

© Шорникова Е.В., Прокопенко Л.В., Коликов К.С., Юшкова О.И., Михайлова В.Н., 2020
УДК 658.512.62:616.28-008.1

Физиологическая оценка воздействия шума на горнорабочих и меры профилактики

Е.В. Шорникова¹, Л.В. Прокопенко², К.С. Коликов¹, О.И. Юшкова², В.Н. Михайлова¹

¹НИТУ «МИСиС» Горный институт,
Ленинский просп., 6, Москва, 119049, Российская Федерация

²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»,
пр. Буденного, 31, г. Москва, 105275, Российская Федерация

Резюме: *Введение.* Для решения задач профилактики профессиональных заболеваний у работников предприятий горнодобывающей промышленности является актуальным обоснование физиологических показателей напряжения регуляторных систем организма при негативном воздействии производственного шума и нервно-эмоциональной напряженности труда и оценка эффективности средств индивидуальной защиты от шума (СИЗ). *Цель исследования:* выявление физиологических особенностей неблагоприятных функциональных сдвигов у работников различных профессий горной промышленности, подвергающихся сочетанному воздействию производственного шума и напряженности труда, для обоснования применения СИЗ от шума. *Материалы и методы исследования:* Изучены показатели концентрации внимания, кратковременной памяти, скорости восприятия зрительных и слуховых сигналов, индекса функциональных изменений системы кровообращения, характеризующие негативные эффекты со стороны центральной нервной и сердечно-сосудистой систем организма при сочетанном воздействии производственного шума и напряженности труда. Проведена оценка шумового фактора производственной среды по эквивалентному уровню звука по шкале А шумомера за рабочую смену, профессиографический анализ трудовой деятельности с учетом определения степени напряженности трудового процесса, физиологические исследования работников горной промышленности. *Результаты.* У горнорабочих установлены снижение концентрации внимания от первоначального уровня в 5,6 раза и повышение индекса функциональных изменений системы кровообращения в 5,9 раза по сравнению с операторами роботизированных комплексов (РТК), у которых все показатели изменялись в пределах физиологической нормы. Максимальное изменение параметров позволяет судить о рабочем напряжении организма, наиболее выраженном у горнорабочих. Выявлены равнозначные показатели рабочего напряжения организма у операторов горно-обогатительных фабрик (ГОФ) и инженерно-технических работников (ИТР) при одном и том же уровне шума (60–70 дБ, периодически более 90 дБА), наиболее низкие показатели наблюдались у операторов РТК, что свидетельствует о сохранении работоспособности в течение рабочей смены. При расчете индекса функциональных изменений (ИФИ) системы кровообращения у горнорабочих установлено состояние функционального напряжения (ИФИ равен 2,69 ± 0,08 балла). Индивидуальный анализ свидетельствует, что именно в этой профессиональной группе имеется значительный процент лиц со сниженной неудовлетворительной адаптацией и состоянием ее срыва (3,0 ± 0,05 балла). На основе установления причинно-следственной связи между повышением рабочего напряжения организма по показателям центральной нервной системы (ЦНС) и сердечно-сосудистой системы (ССС) и уровнем шумового фактора производственной среды (эквивалентных уровней звука по шкале А шумомера, дБ), действием выраженных эмоциональных нагрузок и неблагоприятного сменного режима работы было обосновано рабочее напряжение организма в качестве маркера сочетанного воздействия производственного шума и факторов напряженности труда. *Выводы.* Высокий уровень рабочего напряжения организма при сочетанном воздействии интенсивного производственного шума и факторов напряженности труда является показателем снижения работоспособности и формирования прогностически неблагоприятного функционального состояния организма.

Ключевые слова: физиология труда, производственный шум, напряженность труда, горнорабочие, функциональное состояние, меры профилактики.

Для цитирования: Шорникова Е.В., Прокопенко Л.В., Коликов К.С., Юшкова О.И., Михайлова В.Н. Физиологическая оценка воздействия шума на горнорабочих и меры профилактики // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 7 (328). С. 24–29. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-328-7-24-29>

Physiological Assessment of Miners' Noise Exposure and Measures for Its Prevention

E.V. Shornikova¹, L.V. Prokopenko², K.S. Kolikov¹, O.I. Yushkova², V.N. Mikhailova¹

¹National University of Science and Technology MISiS, 6 Leninsky Avenue, Moscow, 119049, Russian Federation

²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31 Budenny Avenue, Moscow, 105275, Russian Federation

Abstract. *Introduction:* To solve the tasks of preventing occupational diseases in workers of the mining industry, it is important to substantiate physiological indicators of tension of the regulatory systems of the human body under the negative impact of industrial noise and neuro-emotional work intensity and to assess the effectiveness of hearing personal protective equipment (PPE). Our *objective* was to identify physiological characteristics of adverse functional changes in workers of various professions in the mining industry exposed to the combined effect of occupational noise and work intensity to substantiate the use of hearing protection devices. *Materials and methods:* We studied indicators of concentration of attention, short-term memory, speed of perception of visual and auditory signals, and the index of functional changes in the circulatory system reflecting negative effects of occupational noise exposure combined with work intensity on the central nervous and cardiovascular systems. We assessed occupational noise exposure by the equivalent sound level on the A-scale of a sound level meter per shift, work intensity, and conducted physiological studies of mining industry employees. *Results:* In miners, we established a 5.6-fold decrease in concentration of attention from the initial level and a 5.9-fold increase in the index of functional changes in the circulatory system compared with operators of robotic complexes, in which all indicators varied within the physiological norm. The maximum change in the parameters indicates the work tension that was the most pronounced in miners. The same extent of workplace stress was observed in operators of mineral processing plants and engineering and technical staff exposed to similar noise levels (60–70 dB, sometimes exceeding 90 dBA), while the lowest one was observed in the operators of robotic complexes, thus indicating maintenance of a sufficient level of working capacity during the work shift. The estimated miners' index of functional changes in the circulatory system (2.69±0.08 points) demonstrated the state of functional stress. The individual analysis indicated a significant percentage of people with reduced unsatisfactory adaptation and the state of its failure (3.0±0.05 points) in this very professional group. According to the results of establishing a causal relationship between the increase in the functional tension by indicators of the central nervous system and cardiovascular system and occupational noise levels, emotional stress and adverse shift mode, the workplace stress was justified as a marker of the combined effect of noise and intensity of the work process. *Conclusions:* A high level of workplace stress accompanied by intensive occupational noise and work intensity factors is an indicator of a decreasing working capacity and development of a prognostically unfavorable functional state of the human body.

Key words: work physiology, occupational noise, work intensity, miners, functional state, preventive measures.

For citation: Shornikova E.V., Prokopenko L.V., Kolikov K.S., Yushkova O.I., Mikhailova V.N. Physiological assessment of miners' noise exposure and measures for its prevention. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (7(328)):24–29. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-328-7-24-29>

Author information: Shornikova E.V., <https://orcid.org/0000-0002-7942-2809>; Prokopenko L.V., <https://orcid.org/0000-0001-7767-8483>; Kolikov K.S., <https://orcid.org/0000-0001-8831-1927>; Yushkova O.I., <https://orcid.org/0000-0002-6704-3537>; Mikhailova V.N., <https://orcid.org/0000-0002-7433-2169>.

Введение. В настоящее время профессиональные заболевания, формирующиеся вследствие воздействия физических факторов (в том числе шума), занимают одно из первых мест в структуре профессиональной патологии (до 46 %) [1]. На горных предприятиях при работе на горно-обогатительных фабриках, при открытых горных работах (в карьерах), особенно при подземных работах в шахтах уровень профессиональной заболеваемости обусловлен воздействием на работников таких физических факторов, как производственный шум, вибрация, высокая запыленность воздуха¹ [2]. Значимое место среди всех воздействующих вредных факторов занимает шум: анализ факторов вредности показал, что в целом по отрасли 57,8 % работающих страдают от повышенного уровня шума на рабочих местах, не соответствующих гигиеническим нормативам.

В отечественной литературе производственный шум рассматривается как один из самых важных вредных факторов производственной среды² [3]. По результатам исследований установлены шумовые характеристики и формы спектров для различных производств и отраслей промышленности³ [4, 5], изучены физиологические особенности воздействия шума на организм работников [6–8]. Это проявляется в специфическом воздействии на орган слуха и неспецифическом влиянии на нервную и сердечно-сосудистую системы⁴, что приводит к развитию профессиональной тугоухости, астено-невротических расстройств, артериальной гипертензии⁵ [9]. Известно, что шум не одинаково воздействует на организм человека, выполняющего работу с различной степенью нервной нагрузки.

Показано, что шум средних уровней 60–80 дБА не вызывает потери слуха. Такие уровни шума значимы при нервно-эмоциональном труде операторов при обслуживании оборудования автоматизированного производства и робототехники, на пультах управления, в офисных помещениях⁶.

Меры профилактики неблагоприятного действия шума на организм работающего человека бывают коллективного характера (системы шумопоглощения, экранирования, шумозащищенные кабины наблюдения и др.), которые имеют ограниченную возможность применения, особенно на подземных объектах, и индивидуального – СИЗ органа слуха^{7,8} [10, 11]. По оснащенности средствами защиты от шума и их эффективности на большинстве ра-

бочих мест горно-обогатительных комбинатов выявлено значительное несоответствие, в связи с этим актуальными остаются вопросы профилактики производственного шума с помощью СИЗ [12], что нашло отражение в инструкции Международной Организации Труда⁹.

Кроме того, в последние годы большое внимание уделяется изучению воздействия нервно-эмоциональной напряженности труда (НТ) на организм работников различных профессий [13–17]. Однако при всей очевидности высоких нервно-эмоциональных нагрузок (личный риск для жизни, ответственность за безопасность других лиц) и неблагоприятного режима работы (сменный график) остаются неизученными особенности влияния этих факторов на работников горной промышленности при сочетанном воздействии НТ и производственного шума.

Трудовая нагрузка при воздействии шумового фактора и напряженности труда влияет на физиологические системы организма работника, и механизм формирования рабочего напряжения будет иметь сходный характер. В связи с этим представляется целесообразным учитывать степень напряженности труда при оценке эффективности СИЗ от производственного шума по физиологическим показателям.

Целью работы является выявление физиологических особенностей неблагоприятных функциональных сдвигов у работников различных профессий горной промышленности, подвергающихся сочетанному воздействию производственного шума и напряженности труда, для обоснования применения СИЗ от шума. В задачи исследования входили: оценка шумового фактора производственной среды, профессиографический анализ с определением степени НТ, изучение психофизиологического состояния работников по показателям ЦНС и ССС, исследование психологического статуса работников, исследование уровня рабочего напряжения организма у работников различных профессий горнодобывающей промышленности.

Материалы и методы. Исследования включали оценку шумового фактора производственной среды по эквивалентному уровню звука по шкале А шумомера за рабочую смену и профессиографический анализ трудовой деятельности с учетом определения степени напряженности трудового процесса (НТ) в соответствии с Руководством Р 2.2.2006–05¹⁰, балльной оценки каждого вида нагрузок и интегрального значения класса условий труда в соответствии с

¹ Гигиена труда: Учебник для студентов медицинских вузов / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. Изд. 2-е. перераб. и доп. М.: ГЕОТАР-Медиа, 2016. 480 с.

² Суворов Г.А., Шкаринов Л.Н., Денисов Э.И. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций. М.: Медицина, 1984. 240 с.

³ Денисов Э.И., Аденинская Е.Е., Еремин А.Л., Курьеров Н.Н. Охрана труда и БЖД ohrana-bgd.narod.ru

⁴ Андреева-Галанина Е.Ц., Алексеев С.В., Кадышкин А.В. и др. Шум и шумовая болезнь. Л.: Медицина, 1972. 303 с.

⁵ Профессиональная патология: национальное руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 784 с.

⁶ Мармышева Л.Н., Овакимов В.Г., Денисов Э.И., Суворов Г.А. Особенности влияния шумов средних уровней на операторов машинной обработки информации // Гигиена труда. 1980. Т. 7. № 3–7.

⁷ Методика проектирования производственной и специальной одежды для различных условий труда и климата. М., 1969.

⁸ Гушина Т.В. Средства индивидуальной защиты. М: Издательство Безопасность труда и жизни, 2005.

⁹ МОТ. Окружающие факторы на рабочем месте. Инструкция МОТ. Женева, Бюро Международной Организации Труда, 2001 (ISBN 92-2-111628-X).

¹⁰ Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. руководителем Роспотребнадзора Г.Г.Онищенко 29 июля 2005 г.). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 254 с.

патентом на изобретение «Способ определения функционального напряжения организма человека» № 2546089 от 27.02.2015.

Психофизиологические исследования были направлены на изучение функционального состояния ЦНС. Для оценки концентрации внимания была использована корректурная проба с кольцами Ландольта с расчетом объема воспринимаемой информации, состояния кратковременной памяти (тест «память на числа»), скорости восприятия и переработки зрительных и слуховых сигналов (хронорефлексометрия), структуры личности (тесты СМОЛ, Спилбергера). Состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось по частоте сердечных сокращений (ЧСС), артериальному давлению – систолическому (АДс) и диастолическому (АДд), индексу функциональных изменений (ИФИ) по Баевскому, также был проведен мониторинг ЧСС с использованием кардиорегистраторов. К исследованиям привлекались практикующие здоровые работники, проходившие предварительный клинический осмотр специалистами (оториноларинголог, терапевт).

В производственных условиях группы подбирались таким образом, чтобы можно было исследовать физиологические сдвиги у человека, выполняющего работу с одинаковой нервной или мышечной нагрузкой, при различных уровнях шума или с одним и тем же шумом, но с различными нервными или мышечными нагрузками.

Объектами исследований служили работники ГОК различных профессиональных групп (4 профессии). Возрастной состав обследуемых лиц – от $28,3 \pm 2,8$ до $34,7 \pm 3,0$ лет, трудовой стаж – от 5 до 10 лет. Всего обследовано около 100 человек.

Проведен анализ результатов производственных исследований и ретроспективных данных по оценке физиологических затрат (физиологической стоимости) при выполнении работы в условиях воздействия шума разной интенсивности и с учетом степени НТ. Значимым является сопоставление физиологических функциональных сдвигов с физиологическими нормами напряжения организма, снижением работоспособности и оценка стадии рабочего напряжения.

Результаты оценки рабочих мест на горно-обогатительных и горных предприятиях по данным аттестации рабочих мест (АРМ) и специальной оценки условий труда (СОУТ) приведены в табл. 1. Из представленных данных видно, что количество работников, занятых на рабочих местах, не соответствующих санитарным нормам, достигает значительных величин, например, в шахтах это 90,6–92,9 % всех работников; динамика показателей в течение 2 лет незначительна.

Для установления наиболее типичных для разных объектов горнодобывающей промышленности факторов вредности все виды горных работ были разбиты на четыре группы: первая группа – работы на обогатительных фабриках; вторая группа – открытые горные работы (ОГР), т. е. работы в выработках и на поверхности разрезов, работа на поверхности шахт; третья группа – подземные горные работы в шахтах; четвертая группа – работы на «прочих» объектах.

На рис. 1 показано распределение персонала по рабочим местам с вредными факторами условий труда. Следует отметить значительный процент (29,6 %) лиц, занятых на работах с высокой напряженностью труда.

Таблица 1. Результаты оценки рабочих мест на горно-обогатительных и угольных предприятиях (по данным АРМ и СОУТ)

Table 1. Results of evaluating workplaces at mining, processing and coal enterprises based on data of assessment of workplaces and special assessment of working conditions

Наименование объекта / Object name	Количество работников, занятых на рабочих местах / Number of mining industry employees at workplaces			
	прошедших аттестацию (специальную оценку условий труда), чел./ certified (assessed for occupational risks), n		не соответствующих санитарным нормам и опасным, чел. (%) / noncompliant with sanitary regulations and/or hazardous, n (%)	
	2016	2015	2016	2015
Обогатительные фабрики / Mineral processing plants	12 767	11 649	11 246 (88,1)	10 530 (90,4)
Открытые горные работы, в т. ч. на поверхности (разрезы) / Open-pit mines	58 938	57 748	48 577 (82,4)	48 070 (83,2)
Шахты / Mines	53 240	61 251	48 254 (90,6)	56 906 (92,9)
Прочие предприятия / Other industrial facilities	17 896	19 413	12 111 (67,7)	14 761 (76,0)

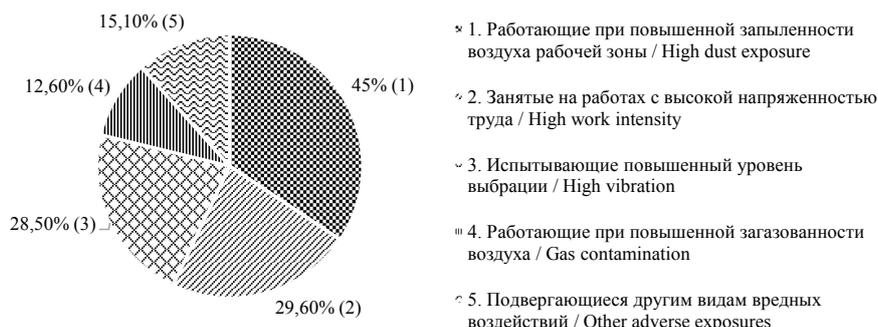


Рисунок. Распределение персонала по факторам вредности рабочих мест
Figure. Distribution of the workforce by occupational risk factors

Исследования показали, что условия труда горнорабочих при открытых горных работах по уровню выраженности факторов, согласно Руководству Р 2.2.2006–05¹⁰, относятся к категории вредных.

В рабочих помещениях пунктов наблюдения на горно-обогатительных фабриках эквивалентные уровни звука по шкале А шумомера за рабочую смену составляют 60–70 дБА, при пребывании в производственном помещении горно-обогатительной фабрики уровень звука составляет более 90 дБА. Аналогичные показатели наблюдаются в помещениях ИТР. При пребывании работников в операторской уровень звука А составляет 60 дБА. Эквивалентные уровни звука по шкале А шумомера за рабочую смену на рабочих местах в рудниках приведены в табл. 2.

Профессиографический анализ деятельности позволил отнести труд горнорабочих к 3 классу вредности 2 степени по показателям напряженности труда, связанным с выраженными эмоциональными нагрузками (высокая цена ошибки деятельности, риск для собственной жизни и ответственность за жизнь других людей) и неблагоприятным сменным режимом работы. Труд операторов горно-обогатительных фабрик оценивался по 3 классу 1 степени вредности в связи со значительными сенсорными нагрузками, ИТР – по 3 классу 2 степени, операторов роботизированных технологических комплексов (РТК) – ко 2-му допустимому классу.

Результаты изменений психофизиологических показателей и показатель рабочего напряжения

у работников различных профессий горного производства представлены в табл. 3.

Установлены следующие показатели рабочего напряжения в профессиональных группах: наибольшая величина зарегистрирована у горнорабочих, у ИТР и операторов ГОФ рабочее напряжение было несколько ниже. Наименьшее рабочее напряжение наблюдалось у операторов РТК.

Любой физиологический процесс имеет определенное изменение изучаемого параметра в процессе выполняемой работы. Изменение показателя в динамике рабочего дня обусловлено напряжением регуляторной системы с целью достижения нового уровня для обеспечения трудовой деятельности. Соответственно, чем больше диапазон изменений показателя, т. е. его максимальная величина в динамике рабочего дня, тем больше напряжение регуляторных механизмов, обеспечивающих адаптацию системы к новым ситуационным условиям. Таким образом, максимальное изменение параметров позволяет судить о рабочем напряжении организма, которое наиболее выражено у горнорабочих. Это обусловлено снижением концентрации внимания от первоначального уровня в 5,6 раза и повышением индекса функциональных изменений системы кровообращения в 5,9 раза у горнорабочих по сравнению с операторами РТК, у которых все показатели изменялись в пределах физиологической нормы. Одинаковый уровень рабочего напряжения организма был выявлен у операторов ГОФ и ИТР при одном и том же уровне шума (60–70 дБА, периоди-

Таблица 2. Характеристика профессиональных групп, отобранных для физиологического исследования с учетом условий труда

Table 2. Characteristics of professional groups selected for the physiological survey in view of working conditions

Группы / Groups	Кол-во человек / Number of workers	Средний возраст, лет / Average age, yrs	Средний стаж, лет / Average work experience, yrs	Эквивалентные уровни звука А, дБ / Equivalent sound levels on the A-scale of a sound level meter, dB	Класс напряженности труда / Class of work intensity
Инженерно-технические работники / Engineering and technical staff	12	28,3 ± 2,8	6,4 ± 2,6	60–70	3.2
Операторы горно-обогатительных фабрик / Operators of mineral processing plants	15	32,3 ± 3,1	9,8 ± 2,4	60–70	3.1
Горнорабочие / Miners	11	34,7 ± 3,0	9,0 ± 2,1	85–90	3.2
Операторы роботизированных комплексов / Operators of robotic complexes	21	33,3 ± 4.0	5,8 ± 1,9	70–80	2

Таблица 3. Изменение психофизиологических показателей и уровни рабочего напряжения у работников различных профессиональных групп

Table 3. Changes in psychophysiological indicators and levels of work tension in workers of different professional groups

Показатели / Indices	Инженерно-технические работники / Engineering and technical staff	Операторы горно-обогатительных фабрик / Operators of mineral processing plants	Горнорабочие / Miners	Операторы роботизированных комплексов / Operators of robotic complexes
Изменение по сравнению с фоном, % / Relative change against the background, %				
Концентрация внимания по объему воспринимаемой информации / Concentration of attention by the volume of perceived information	9,8	3,2	17,8	4,3
Объем оперативной памяти / Working memory capacity	2,7	9,2	23,1	2,7
Латентный период простой зрительно-моторной реакции / Simple visual motor reaction time	2,3	12,9	26,3	5,5
Латентный период простой слухо-моторной реакции / Simple auditory reaction time	1,2	1,0	12,4	6,6
Индекс функциональных изменений системы кровообращения / Index of functional changes in the circulatory system	13,6	2,6	16,8	5,0
Интегральный показатель рабочего напряжения, усл. ед. / Integral indicator of work tension, conventional units				
	0,74	0,72	0,78	0,58

чески более 90 дБА), наиболее низкий уровень наблюдался у операторов РТК, что свидетельствует о сохранении достаточного уровня работоспособности в течение рабочей смены.

При расчете ИФИ у горнорабочих, по показателям напряженности труда относящихся к 3 классу вредности 2 степени, наблюдается состояние функционального напряжения (ИФИ равен $2,69 \pm 0,08$ балла). Индивидуальный анализ свидетельствует, что именно в этой профессиональной группе имеется значительный процент лиц со сниженной, неудовлетворительной адаптацией и состоянием ее срыва ($3,0 \pm 0,05$ балла).

По результатам комплексных физиолого-эргонических исследований обоснованы подходы к количественной оценке и определению снижения работоспособности и нарушения здоровья горнорабочих от производственного шума при трудовой деятельности.

Обсуждение. Концепция биологической эквивалентности эффектов влияния шума и нервной нагрузки на организм работников, выдвинутая ранее гигиенистами труда, не была подтверждена результатами, полученными нами при использовании интегрального показателя функционального состояния. Были выявлены различия в уровнях рабочего напряжения организма, однако ожидаемого, согласно концепции, возрастания показателя в 2 раза у горнорабочих (уровень шума 85–90 дБА, класс НТ 3.2) по сравнению с операторами РТК (нормативный уровень шума, допустимая напряженность труда) не наблюдалось. Напряженность труда у горнорабочих оказалась на 2 категории выше по сравнению с операторами, а уровень шума – выше на 10 дБА. Анализ данных показывает, что возрастание шумовой нагрузки на 10 дБА, нервно-эмоциональной напряженности труда на 2 категории не сопровождается равно эффективными сдвигами рабочего напряжения. Данный вопрос о количественных соотношениях между воздействием напряженности труда, шума на организм работника и функциональными сдвигами является открытым и требует дальнейших исследований.

Недооценка шумового фактора или игнорирование выполнения мероприятий по снижению вредного воздействия шума на организм работников ведут к неблагоприятному влиянию на остроту слуха, функциональное состояние организма, работоспособность [18, 19]. Под работоспособностью, как указано в Российской энциклопедии по медицине труда¹¹, понимают величину функциональных возможностей организма человека, характеризующую его способность выполнять работу при определенных режимах труда на протяжении заданного времени при интенсивном или длительном напряжении организма. Результатами ранее проведенных исследований установлена связь между факторами трудового процесса (напряженностью и тяжестью труда) со снижением работоспособности у работников с различными видами нервно-эмоционального труда и физического труда [20–23]. В связи с этим могут быть предложены методические подходы к

оценке эффективности СИЗ от воздействия шума по вероятности снижения работоспособности в зависимости от качества средств индивидуальной защиты, в целях сохранения здоровья работников различных профессий в горнодобывающей промышленности.

Выводы

1. Оценка шумового фактора производственной среды показала, что условия труда горнорабочих при открытых горных работах по уровню выраженности факторов относятся к категории вредных: эквивалентные уровни звука по шкале А шумомера за рабочую смену у горнорабочих на рабочих местах в рудниках составляют 85–90 дБА, у ИТР и операторов ГОФ – 60–70 дБА, у операторов РТК – 70–80 дБА.

2. Установлено более выраженное и раннее снижение скорости восприятия и переработки информации, функциональное напряжение анализаторов, высокий уровень рабочего напряжения у горнорабочих при воздействии интенсивного шума.

3. Выявлены выраженные изменения функционального состояния ЦНС у работников с классом напряженности труда 3.1–3.2 при воздействии звука 60–70 дБА, с периодическим воздействием более 90 дБА (операторы ГОФ и ИТР) по сравнению с операторами РТК при классе НТ 2.

4. Физиологическими исследованиями обоснована значимость оценки воздействия шума, необходимость разработки мер профилактики с применением СИЗ при выполнении трудовой деятельности, связанной с нервно-эмоциональной напряженностью и тяжестью труда.

Информация о вкладе авторов: Концепция и дизайн исследования были разработаны Шорниковой Е.В., Прокопенко Л.В. Сбор и обработка полученных результатов исследований осуществлялась Шорниковой Е.В., Коликовым К.С. Михайлова В.Н. и Юшкова О.И. проводили теоретические расчеты и статистическую обработку данных. Юшкова О.И., Прокопенко Л.В., Шорникова Е.В. участвовали в написании текста статьи. Редактирование текста статьи провели Прокопенко Л.В., Юшкова О.И. Аннотация статьи написана Михайловой В.Н., Коликовым К.С. Все авторы участвовали в обсуждении результатов и одобрении окончательной версии статьи.

Финансирование. Работа не имела спонсорской поддержки.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы (пп. 5, 8, 14–19, 21–23 см. References)

1. Попова А.Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации // Медицина труда и экология человека. 2015. № 3. С. 7–13.
2. Федина И.Н., Серебряков П.В., Смолякова И.В. и др. Оценка риска развития артериальной гипертонии в условиях воздействия шумового и химического факторов производства // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 2. С. 21–25.
3. Суворов Г.А., Шкаринов Л.Н., Денисов Э.И. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций. М.: Медицина, 1984. 240 с.
4. Аделинская Е.Е., Симонова Н.И., Мазитова Н.Н. и др. Принципы диагностики потери слуха, вызванной шумом, в современной России (систематический обзор литературы) // Вестник современной клинической медицины. 2017. Т. 10. № 3. С. 48–55.

¹¹ Российская энциклопедия по медицине труда / Гл. редактор Н.Ф. Измеров. М.: ОАО Издательство «Медицина», 2005. 656 с.

6. Скрипаль Б.А., Никанов А.Н., Гудков А.Б. и др. Состояние центральной и региональной гемодинамики у работающих при вибрационно-шумовом воздействии на фоне охлаждающего микроклимата подземных рудников Арктической зоны России // Санитарный врач. 2019. № 2. С. 32–37.
7. Шевченко О.И., Лахман О.Л. Состояние энергетического обмена головного мозга у пациентов с профессиональными заболеваниями от воздействия физических факторов // Экология человека. 2020. № 2. С. 18–23.
9. Арифов С.С., Уразаева Ж.К., Орифов С.С. Структура и выявление острой нейросенсорной тугоухости // Вестник экстренной медицины. 2016. № 3. С. 83–85.
10. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В. и др. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука // Технологии гражданской безопасности. 2015. Т. 12. № 1 (43). С. 90–96.
11. Макарова Е.В., Фомин А.И., Седельников Г.Е. Управление профессиональным риском с помощью средств индивидуальной защиты органов слуха на примере наушников // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2013. № 1–2. С. 141–143.
12. Михайлова В.Н., Находкин В.П., Горковенко С.И. и др. Оценка качества применяемых средств индивидуальной защиты рабочих на горных предприятиях Якутии // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2002. № 4. С. 61–63.
13. Юшкова О.И., Бухтияров И.В. Критерии оценки труда по степени напряженности // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 9. С. 826–827. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-826-827>
20. Матюхин В.В., Бухтияров И.В., Юшкова О.И. и др. Роль физиологии труда в сохранении работоспособности и здоровья у работников различных видов трудовой деятельности. Достижения и перспективы развития // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 6. С. 19–24.

References

1. Popova AYU. Working conditions and occupational morbidity in the Russian Federation. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2015; 3:7-13. (In Russian).
2. Fedina IN, Serebryakov PV, Smolyakova IV, et al. Evaluation of arterial hypertension risk under exposure to noise and chemical occupational hazards. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017; (2):21-25. (In Russian).
3. Suvorov GA, Shkarinov LN, Denisov EI. Hygienic regulation of industrial noise and vibration. Moscow: Meditsina Publ.; 1984. 240 p. (In Russian).
4. Adeninskaya EE, Simonova NI, Mazitova NN, et al. The principles of noise induced hearing loss diagnostics in modern Russia (systematic review). *Vestnik Sovremennoi Klinicheskoi Meditsiny*. 2017; 10(3):48-55. (In Russian).
5. Rintamaki H, Jussila K, Rissanen S, et al. Work in arctic open-pit mines: Thermal responses and cold protection. *Barents Newsletter on Occupational Health and Safety*. 2015; 18(1):6-8.
6. Skripal BA, Nikanov AN, Gudkov AB, et al. State of central and periferal hemodynamics in workers with vibration and noise exposure on the background of the cooling microclimate of underground mines in the Arctic zone of Russia. *Sanitarnyi Vrach*. 2019; (2):32-37. (In Russian).
7. Shevchenko OI, Lakhman OL. State of energy brain exchange in patients with professional diseases from influence of physical factors. *Human Ecology*. 2020; (2):18-23. (In Russian).
8. Matthews SC, Paulus MP, Simmons AN, et al. Functional subdivisions within anterior cingulate cortex and their relationship to autonomic nervous system function. *Neuroimage*. 2004; 22(3):1151-1156.
9. Arifov SS, Urazaeva JK, Orifov SS. Structure and detection of acute sensorineural deafness. *Vestnik Ekstrennoi Meditsiny*. 2016; (3):83-85. (In Russian).
10. Zinkin VN, Soldatov SK, Bogomolov AV, et al. Actual problems of population protection from the low-frequency noise and infrasound. *Tekhnologii Grazhdanskoi Bezopasnosti*. 2015; 12(1(43)):90-96. (In Russian).
11. Makarova EV, Fomin AI, Sedelnikov GYe. Professional risk control with the hearing organs individual protection means on the example of headphones. *Vestnik Nauchnogo Tsentra po Bezopasnosti Rabot v Ugol'noi Promyshlennosti*. 2013; (1-2):141-143. (In Russian).
12. Mikhailova VN, Nakhodkin VP, Gorkovenko SI, et al. Quality assessment of the personal protective equipment used at mining enterprises of Yakutia. *Gornyi Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten*. 2002; (4):61-63. (In Russian).
13. Yushkova OI, Bukhtiyarov IV. Criteria for estimation of labor by degree. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019; 59(9):826-827. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-826-827>
14. Filon FL, Drusian A, Ronchese F, et al. Video display operator complaints: a 10-year follow-up of visual fatigue and refractive disorders. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(14):2501.
15. Harma M, Kompier MAJ, Vahtera J. Work related stress and health – risks, mechanisms and countermeasures. *Scand J Work Environ Health*. 2006; 32(6):413-419.
16. Mahoney KT, Buboltz Jr WC, Buckner 5th JE, et al. Emotional labor in American professors. *J Occup Health Psychol*. 2011; 6(4):406-23.
17. Siegrist J, Rodel A. Work stress and health risk behavior. *Scand J Work Environ Health*. 2006; 32(6):473-481.
18. Concha-Barrientos M, Campbell-Lendrum D, Steenland K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. Environmental burden of disease series, No. 9. Geneva, World Health Organization, 2004.
19. Fernandez FB, Perez MAS. Analysis and modeling of new and emerging occupational risks in the context of advanced manufacturing processes. *Procedia Eng*. 2015; 100:1150-1159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.478>
20. Matyiukhin VV, Bukhtiyarov IV, Yushkova OI, et al. Labor physiology role in workers of different type labor activity workability and health. Progress and prospects. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2013; 6:19-24. (In Russian).
21. Leone SS, Huibers MJH, Knottnerus JA, et al. The temporal relationship between burnout and prolonged fatigue: a 4-year prospective cohort study. *Stress Health*. 2009; 25(4):365-374.
22. Akkaya V, Erk O, Demirel S, et al. Genetic predisposition to endothelial dysfunction in essential hypertension: a controlled study. *J Hypertens*. 2004; 22:S329-S330.
23. Brundtland GH. Mental health in the 21st century. *Bull World Health Organ*. 2000; 78(4):411.

Контактная информация:

Юшкова Ольга Игоревна, д.м.н., проф., главный научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова»
e-mail: doktorolga@inbox.ru

Corresponding author:

Olga I. Yushkova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of Work Physiology and Preventive Ergonomics, Izmerov Research Institute of Occupational Health
e-mail: doktorolga@inbox.ru